
Norme internationale



6980

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta

Reference beta radiations for calibrating dosimeters and doseratemeters and for determining their response as a function of beta radiation energy

iTeh STANDARD PREVIEW

Première édition — 1984-07-15

(standards.iteh.ai)

ISO 6980:1984

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d74b051-c358-4056-a2b7-92c2f4a5199e/iso-6980-1984>

CDU 535-34 : 539.165 : 53.089.6

Réf. n° : ISO 6980-1984 (F)

Descripteurs : énergie nucléaire, mesurage de rayonnement, étalonnage, instrument de mesurage de rayonnement, exposimètre, débitmètre d'exposition, source de référence, rayonnement, particule bêta, spécification, définition.

Prix basé sur 9 pages

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 6980 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, et a été soumise aux comités membres en mars 1983.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Égypte, Rép. arabe d'	Pologne
Allemagne, R.F.	Espagne	Royaume-Uni
Australie	Finlande	Suède
Autriche	France	Suisse
Belgique	Hongrie	Tchécoslovaquie
Brésil	Japon	Turquie
Canada	Nouvelle-Zélande	USA
Chine	Pays-Bas	

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale définit les conditions requises pour les rayonnements bêta de référence, produits par les sources de radionucléides, que l'on utilise pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres* utilisés en radioprotection et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta. Elle donne les caractéristiques des radionucléides utilisés pour produire les rayonnements bêta de référence ainsi que des exemples de constructions appropriées de source, et décrit des méthodes pour le mesurage de l'énergie bêta maximale résiduelle et du débit de dose absorbée** à une profondeur de $7 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ dans un milieu équivalent tissu, de géométrie semi-infinie. La gamme d'énergies considérée s'étend de 66 keV^{***} à $3,6 \text{ MeV}$ et les débits de dose absorbée concernés sont ceux situés entre $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$) environ et au moins $10 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($10^3 \text{ rad}\cdot\text{h}^{-1}$).

Dans la présente Norme internationale sont proposées deux séries de rayonnements bêta de référence dans lesquelles doit être choisi le rayonnement nécessaire à la détermination des caractéristiques (étalonnage et réponse en énergie) d'un instrument.

Les rayonnements de référence de la série 1 sont produits par des sources de radionucléides auxquelles sont associés des écrans diffuseurs destinés à produire des débits de dose uniformes sur de larges surfaces, à une distance donnée.

Les sources proposées de $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{204}Tl et ^{147}Pm fournissent des débits de dose maximaux d'environ $5 \text{ mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($0,5 \text{ rad}\cdot\text{h}^{-1}$).

Les rayonnements de référence de la série 2, sont produits sans adjonction d'écrans diffuseurs, ce qui permet d'utiliser une

gamme de distances source-plan d'étalonnage. Près des sources, seules des surfaces relativement petites à débit de dose uniforme sont produites, mais les rayonnements de référence de la série 2 ont l'avantage d'élargir les domaines d'énergie et de débit de dose au-delà de ceux de la série 1. Les radionucléides utilisés se composent de ceux de la série 1 et de radionucléides supplémentaires ^{14}C et $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$; ces sources fournissent des débits de dose allant jusqu'à $10 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($10^3 \text{ rad}\cdot\text{h}^{-1}$).

2 Terminologie

2.1 Dose absorbée

La dose absorbée, D , est le quotient de \overline{dE} par dm , où \overline{dE} est l'énergie moyenne cédée par le rayonnement ionisant à l'élément de matière de masse dm .

$$D = \frac{\overline{dE}}{dm}$$

L'unité SI de dose absorbée est le joule par kilogramme ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$). Le nom spécial pour l'unité de dose absorbée est le gray (Gy) :

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$$

L'unité spéciale de dose absorbée, le rad, peut être temporairement utilisée :

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$$

* Y compris les dosimètres personnels.

** Dans tout le texte de la présente Norme internationale, l'utilisation du terme «dose» sous-entend «dose absorbée dans les tissus», sauf spécification contraire.

*** Cette limite inférieure des énergies représente l'énergie du rayonnement bêta capable d'atteindre la couche sensible de la peau située, conventionnellement selon l'ICRP, à $7 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ sous la surface de la peau⁽¹⁾.

2.2 Débit de dose absorbée

Le débit de dose absorbée, \dot{D} , est le quotient de dD par dt , où dD est l'accroissement de dose absorbée pendant l'intervalle de temps dt .

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

L'unité SI de débit de dose absorbée est le joule par kilogramme seconde ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$). Le nom spécial, gray (Gy), peut être substitué au joule par kilogramme :

$$1 \text{ Gy} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

L'unité spéciale, le rad, peut être temporairement utilisée :

$$1 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} = 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

2.3 Pouvoir d'arrêt massique total

Le pouvoir d'arrêt massique total, S/ρ , d'un matériau pour des particules chargées est le quotient de dE par ρdl , où dE est l'énergie perdue par une particule chargée parcourant une distance dl dans un matériau de masse volumique ρ .

$$\frac{S}{\rho} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{dE}{dl} \right)$$

L'unité SI de pouvoir d'arrêt massique est le joule mètre carré par kilogramme ($\text{J} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$).

E peut être exprimé en électronvolts, de sorte que S/ρ peut être exprimé en électronvolts mètre carré par kilogramme ($\text{eV} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$).

NOTES

- 1 S est le pouvoir d'arrêt linéique total.
- 2 Dans le cas d'énergies pour lesquelles les interactions nucléaires peuvent être négligées, le pouvoir d'arrêt massique total est

$$S/\rho = \frac{1}{\rho} \left(\frac{dE}{dl} \right)_{\text{col}} + \frac{1}{\rho} \left(\frac{dE}{dl} \right)_{\text{rad}}$$

où

$(dE/dl)_{\text{col}} = S_{\text{col}}$ est le pouvoir d'arrêt linéique par collision;

$(dE/dl)_{\text{rad}} = S_{\text{rad}}$ est le pouvoir d'arrêt linéique par rayonnement.

2.4 Tissu

L'utilisation du mot «tissu» dans la présente Norme internationale sous-entend qu'il s'agit d'un matériau de masse volumique égale à $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, ayant la composition des tissus mous (voir ICRU 33)^[2], c'est-à-dire en termes de pourcentages massiques :

O : 76,2 %	H : 10,1 %
C : 11,1 %	N : 2,6 %

Les éléments présents dans les tissus, à l'état de traces, sont généralement considérés comme peu importants pour la dosimétrie et n'ont pas été pris en compte.

2.5 Équivalence aux tissus

L'équivalence aux tissus est la propriété d'un matériau dont le pouvoir d'arrêt massique par collision et les propriétés d'interaction du rayonnement par celui-ci sont identiques à ceux des tissus mous. La masse volumique du matériau équivalent au tissu est prise égale à $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (voir annexe A).

NOTE — En pratique, l'équivalence aux tissus ne peut exister, selon le matériau utilisé, que dans un domaine limité d'énergies et pour un type particulier de rayonnement, à moins que ce matériau ait la même composition atomique que les tissus.

2.6 Énergie maximale d'un spectre bêta

Un certain nombre de radionucléides émettent un ou plusieurs spectres continus de particules bêta dont les énergies sont situées entre la valeur zéro et des valeurs maximales, $E_{i\text{max}}$, $i = 1, 2, \dots$. L'énergie maximale du spectre bêta, E_{max} , caractéristique du radionucléide considéré donné dans le tableau 1, est la valeur la plus grande des valeurs $E_{i\text{max}}$.

2.7 Énergie bêta maximale résiduelle

L'énergie bêta maximale résiduelle, E_{res} , à la distance d'étalonnage est l'énergie maximale du spectre bêta résultant de l'ensemble des émissions bêta d'un radionucléide. La valeur de E_{res} est inférieure à celle de E_{max} correspondante, en raison des modifications du spectre dues à l'absorption et à la diffusion dans le matériau constituant la source, dans le support de celle-ci, dans son gainage et dans les autres milieux situés entre la source et le point d'étalonnage.

2.8 Parcours maximal résiduel du rayonnement bêta

Le parcours maximal résiduel du rayonnement bêta, R_{res} , est le parcours dans un matériau absorbant, d'un spectre bêta d'énergie maximale résiduelle, E_{res} .

2.9 Unités

Le système d'unités recommandé est le Système International d'Unités (SI).

Les unités SI suivantes sont utilisées dans la présente Norme internationale :

- pour l'activité, le becquerel (Bq) :
1 Bq = 1 s^{-1} (1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq);
- pour la température, le kelvin (K);
- pour la pression, le pascal (Pa) :
1 Pa = $1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ (1 bar = 10^5 Pa).

De plus, pour des raisons pratiques, les unités suivantes sont utilisées dans la présente Norme internationale :

- pour l'énergie, l'électronvolt (eV)
(1 eV = $1,602 \times 10^{-19}$ J);
- pour le temps, l'année (365,25 j), le jour (j), l'heure (h).

Les multiples et les sous-multiples des unités SI peuvent être utilisés et dans le cas de débits, les unités de temps telles que minute (min), heure (h) et jour (j) devraient être utilisées d'une façon appropriée aux circonstances.

3 Spécifications pour les rayonnements bêta de référence à la distance d'étalonnage

3.1 Énergie des rayonnements de référence

L'énergie du rayonnement de référence est définie comme étant égale à E_{res} (voir 2.7 et 5.1.2).

3.2 Forme du spectre bêta

Le spectre bêta du rayonnement de référence devrait idéalement résulter d'une transition bêta d'un radionucléide. En pratique, l'émission de plus d'une transition est acceptable à condition que toutes les transitions principales aient des énergies semblables, E_{max} , à 20 % près. Dans les autres cas, les transitions de plus faible énergie doivent être atténuées par gainage de la source ou par une filtration supplémentaire afin de réduire leur taux d'émission bêta à moins de 10 % du taux d'émission de la transition principale.

3.3 Uniformité du débit de dose absorbée

Le débit de dose absorbée dans les tissus à 70 μm au-dessous de la surface d'un fantôme équivalent-tissu, de géométrie semi-infinie, produit par le rayonnement de référence, devrait être aussi uniforme que possible. Puisque les sources disponibles

pour les rayonnements de référence de la série 1 (voir 5.2.1) ne peuvent pas actuellement fournir des débits élevés de dose absorbée avec une bonne uniformité pour des champs de rayonnement de grand diamètre, une série supplémentaire (série 2) de rayonnements de référence bêta est proposée (voir 5.2.2). Les rayonnements bêta sont dits uniformes sur un certain diamètre du champ de rayonnement, si le débit de dose absorbée dans le tissu à 70 μm au-dessous de la surface ne varie pas de plus de $\pm 5\%$ dans le cas où $E_{res} > 300$ keV et de $\pm 10\%$ dans le cas où $E_{res} < 300$ keV (voir 5.2.1).

3.4 Contamination photonique

Le débit de dose photonique dû à la contamination du rayonnement de référence par les rayons gamma, les rayons X et le rayonnement de freinage devrait être inférieur à 5 % du débit de dose des particules bêta enregistré par le détecteur soumis à l'étalonnage.

3.5 Variation du taux d'émission bêta en fonction du temps

Le taux d'émission bêta décroît avec le temps, en raison de la décroissance radioactive de la source bêta. La période d'un radionucléide devrait être aussi longue que possible, de préférence supérieure à un an.

4 Radionucléides appropriés pour la production de rayonnements bêta de référence

Le tableau 1 donne les caractéristiques des radionucléides émetteurs bêta appartenant au domaine d'énergie considéré. Les radionucléides émetteurs bêta devraient être choisis dans ce tableau.

Ces radionucléides émettent un spectre continu de particules bêta dont l'énergie est comprise entre la valeur 0 et la valeur, E_{max} , caractéristique du radionucléide considéré.

Tableau 1 — Caractéristiques des radionucléides émetteurs bêta

Radionucléide	Période approximative (années)	Énergie maximale du spectre E_{max} (MeV)	Rayonnements photoniques émis*
^{14}C	5730	0,156	Aucun
^{147}Pm	2,62	0,225	γ : 0,121 MeV (0,01 %) Sm rayonnements X 5,6 à 7,2 keV 39,5 à 46,6 keV
^{204}Tl	3,78	0,763	Hg rayonnements X 9,9 à 13,8 keV 68,9 à 82,5 keV
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	28,5	2,274	Aucun
$^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$	1,01	3,54	$^{106}\text{Rh} - \gamma$: 0,512 MeV (21 %) 0,622 MeV (11 % doublet) 1,05 MeV (1,5 % doublet) 1,13 MeV (0,5 % doublet) 1,55 MeV (0,2 %)

* Les valeurs indiquées dans cette colonne sont données pour information seulement.

Notons que pour être pratiquement utilisable comme source, un radionucléide requiert un gainage et que le matériau utilisé pour ce gainage produira des rayonnements X caractéristiques et des rayonnements de freinage.

5 Caractéristiques des sources et leur mesurage

5.1 Caractéristiques fondamentales des sources de référence

5.1.1 Afin de remplir les spécifications du chapitre 3, les caractéristiques de construction des sources de référence devraient être les suivantes :

- a) La forme chimique du radionucléide devrait être stable en fonction du temps pour les gammes de températures et d'humidités dans lesquelles il sera utilisé et stocké.
- b) Leur construction et leur gainage devraient être suffisamment robustes et stables pour supporter une utilisation normale sans dommage pour la source et l'étanchéité radioactive, mais doivent permettre à E_{res} de dépasser les valeurs minimales recommandées dans le tableau 2.

5.1.2 Mesurage des caractéristiques des rayonnements de référence

La valeur de E_{res} à la distance d'étalonnage doit être égale ou supérieure aux valeurs données dans le tableau 2.

Tableau 2 — Valeur minimale de E_{res} à la distance d'étalonnage

Source	E_{res} MeV
¹⁴ C	0,09
¹⁴⁷ Pm	0,13
²⁰⁴ Tl	0,53
⁹⁰ Sr + ⁹⁰ Y	1,80
¹⁰⁶ Ru + ¹⁰⁶ Rh	2,80

Une limite inférieure à E_{res} a été fixée pour éviter l'emploi de sources ayant, séparément ou globalement, des valeurs excessives de l'auto-absorption ou de l'absorption dans la fenêtre.

L'énergie maximale résiduelle, E_{res} , à la distance d'étalonnage, doit être calculée à partir de la relation suivante⁽⁴⁾ :

$$E_{res} = \sqrt{\frac{(9,1 R_{res} + 1)^2 - 1}{22,4}}$$

où E_{res} est exprimé en mégaelectronvolts (MeV) et R_{res} est le parcours maximal résiduel du rayonnement bêta, en grammes par centimètre carré ($g \cdot cm^{-2}$).

R_{res} doit être mesuré à l'aide d'un détecteur approprié (chambre d'ionisation à fenêtre d'entrée mince, compteur Geiger-Müller, scintillateur sensible au rayonnement bêta, etc.) qui doit être positionné à la distance d'étalonnage, la fenêtre d'entrée dirigée vers la source et les différentes épaisseurs d'absorbeur placées immédiatement contre l'avant du détecteur. L'absorbeur doit être l'un des matériaux suivants : polyméthylméthacrylate*, polystyrène, polyéthylène, polyéthylène téréphtalate** ou un équivalent. On doit tenir compte de l'épaisseur de la fenêtre d'entrée du détecteur pour le mesurage de R_{res} .

Si la source est équipée d'un écran diffuseur, c'est-à-dire si c'est un rayonnement de référence de la série 1 (voir 5.2.1), ce filtre doit être en place lors du mesurage de R_{res} .

Le signal issu du détecteur étant fonction de l'épaisseur de l'absorbeur, une courbe du logarithme du signal en fonction de l'épaisseur de l'absorbeur, en $g \cdot cm^{-2}$, doit être tracée.

R_{res} est défini par l'intersection de la partie linéaire extrapolée de cette courbe avec le signal de bas niveau résultant du bruit de fond résiduel dû aux photons.

5.1.3 Contamination bêta

Les radionucléides entrant dans la réalisation des sources devraient avoir la pureté radio-chimique appropriée. Il est difficile de contrôler la présence d'impuretés émettant des rayonnements bêta, mais leur présence peut être déduite de la détection de leur rayonnement photonique associé, s'il y en a, au moyen d'un spectromètre à haute résolution, par exemple un système spectrométrique à détecteur Ge (Li). La pureté spectrale du rayonnement bêta peut être considérée comme appropriée à une utilisation comme rayonnement de référence si :

- a) la courbe utilisée pour mesurer R_{res} (voir 5.1.2) a une partie linéaire;
- b) E_{res} a une valeur comprise entre celle du tableau 2 et la valeur correspondante E_{max} du tableau 1 pour le radionucléide considéré.

NOTE — Lorsque E_{res} a une valeur supérieure à E_{max} , cela signifie que la source contient un contaminant radioactif qui émet des particules à énergie bêta plus forte que le(s) radionucléide(s) de référence et qu'elle ne répond donc pas aux spécifications de la présente Norme internationale.

R_{res} et donc, E_{res} , doivent être remesurés tous les deux ans.

5.1.4 Contamination photonique

La contamination photonique du rayonnement de référence bêta résulte du rayonnement photonique du schéma de décroissance du radionucléide (voir tableau 1) des rayonnements de freinage et des rayonnements X caractéristiques émanant du gainage de la source qui est, généralement, de l'argent. L'importance de la contamination photonique dépend de la sensibilité au rayonnement photonique du type de détecteur placé dans le rayonnement de référence. La contribution pho-

* Dénominations commerciales de ces plastiques : Perspex, Lucite, Plexiglas.

** Dénominations commerciales de ces plastiques : Melinex, Mylar, Hostaphan.

tonique doit toutefois être mesurée pour chaque type de détecteur et chaque source en comparant la réponse du détecteur avec et sans absorbeur, ce dernier étant d'un matériau cité en 5.1.2 et d'épaisseur juste suffisante pour absorber totalement le rayonnement bêta.

5.2 Caractéristiques des deux séries de rayonnements bêta de référence

Des détails sur la construction des sources adaptées à la production des deux séries de rayonnements de référence sont donnés, comme exemples, dans l'annexe B.

5.2.1 Rayonnements bêta de référence de la série 1

Lorsque des débits de dose uniformes sur une grande surface sont nécessaires, les sources mentionnées dans le tableau 3 devraient être utilisées avec des écrans diffuseurs pour produire un débit de dose uniforme sur une surface d'au moins 15 cm de diamètre à la distance d'étalonnage. Les écrans devraient être positionnés sur l'axe de symétrie normal au plan de la source. Pour chaque radionucléide, le débit de dose à la distance d'éta-

lonnage devrait être modifié en utilisant des sources de différentes activités.

La variation du débit de dose, sur la surface à la distance d'étalonnage, doit être inférieure à $\pm 5\%$ pour $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ et ^{204}Tl , et $\pm 10\%$ pour ^{147}Pm . Ceci peut se contrôler à l'aide d'un détecteur ayant une surface égale à environ 1 cm^2 et une réponse indépendante de l'énergie des particules bêta incidentes.

L'uniformité de la dose (ou du débit de dose) sur l'étendue de la surface d'étalonnage n'est optimale qu'à une certaine distance et pour un type donné d'écran.

Pour des exemples de sources de référence de la série 1, on peut trouver dans le tableau 3 des détails concernant les distances d'étalonnage et la réalisation des écrans.

NOTE — Un diamètre de source maximal de 16 mm est recommandé.

Dans le tableau 4 sont présentées les valeurs approximatives des débits de dose par unité d'activité, pour les sources utilisées dans les conditions rappelées dans le tableau 3.

Tableau 3 — Distances d'étalonnage et écrans pour les rayonnements bêta de référence de la série 1

Radionucléide	Distance d'étalonnage cm	Distance source-filtre cm	Matériau et dimensions de l'écran*
^{147}Pm	20	10	Un disque de polyéthylène téréphtalate, masse surfacique $14\text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$, rayon 5 cm, avec trou central de rayon 0,975 cm
^{204}Tl	30	10	Deux disques concentriques, un disque de polyéthylène téréphtalate, masse surfacique $7\text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$, rayon 4 cm, et un disque de polyéthylène téréphtalate, masse surfacique $25\text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$, rayon 2,75 cm
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	30	10	Trois disques concentriques de polyéthylène téréphtalate, masse surfacique de chacun $25\text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$, rayons 2 cm, 3 cm et 5 cm

* Pour des détails et des schémas voir [5].

Tableau 4 — Débits de dose absorbée approximatifs à la distance d'étalonnage par unité d'activité pour les rayonnements bêta de référence de la série 1

Radionucléide	Débit de dose approximatif dans le tissu par unité d'activité $\text{pGy}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$ ($\text{mrad}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{mCi}^{-1}$)
^{147}Pm	6,2 (23)
^{204}Tl	68 (250)
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	65 (240)

5.2.2 Rayonnements bêta de référence de la série 2

Lorsque de forts débits de dose sont exigés, on devra employer les sources décrites dans le tableau 5. Ces sources n'ont pas d'écran diffuseur associé et peuvent être utilisées à de faibles distances d'étalonnage (près de la surface de la source) jusqu'à celle mentionnée dans le tableau 5.

Aux distances les plus grandes, il est particulièrement important, à cause de l'atténuation de l'air, de vérifier que la valeur de E_{res} est égale ou supérieure aux valeurs données dans le tableau 2.

En choisissant des distances d'étalonnage plus courtes que celles spécifiées dans la série 1, on obtient des débits de dose plus forts, mais les champs d'irradiation sont alors bien moins uniformes.

La non-uniformité devrait être mesurée à la distance utilisée pour l'étalonnage et si les valeurs sont supérieures à celles fixées en 3.3, des corrections devraient être apportées lors de l'étalonnage des instruments. Les distances données dans le tableau 5 seront considérées comme les distances normales maximales d'étalonnage utilisables.

Les rayonnements de référence bêta de la série 2 contiennent deux radionucléides supplémentaires, ^{14}C et $^{106}Ru + ^{106}Rh$ qui devraient être utilisés lorsqu'il est nécessaire d'effectuer un étalonnage en dehors des énergies limites de la série 1.

À titre indicatif, les valeurs approximatives des débits de dose obtenus pour de telles sources sont données dans le tableau 5.

6 Étalonnage des sources

Pour le rayonnement bêta, la grandeur recommandée pour l'étalonnage d'instruments de radioprotection est la dose absorbée (ou le débit de dose absorbée) dans les tissus, à une profondeur donnée sous la surface de la peau. Les sources devraient être étalonnées en débit de dose absorbée à la profondeur de $7 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ (exprimée en masse surfacique) sous la surface d'un milieu équivalent-tissu d'une géométrie semi-infinie⁽¹⁾.

Pour les rayonnements de référence de la série 1, utilisant un écran diffuseur, le débit de dose sur toute la surface servant à l'étalonnage n'est uniforme qu'à une distance spécifiée pour un écran de construction donnée. L'étalonnage ne devra être effectué qu'à cette seule distance.

Les rayonnements bêta de référence de la série 2 peuvent être étalonnés pour une gamme de distances, étant entendu que la surface sur laquelle le débit de dose est uniforme est susceptible d'être relativement petite, sauf si la distance d'étalonnage est grande. L'uniformité du débit de dose sur la surface du détecteur devrait être contrôlée et, si nécessaire, des corrections devraient être appliquées.

Les débits de dose délivrés par les sources de référence doivent être déterminés par l'une des méthodes suivantes⁽⁶⁾ :

- a) mesurage direct par un laboratoire national de référence;
- b) comparaison avec des sources identiques étalonnées dans un laboratoire national de référence, ou dans d'autres laboratoires primaire ou secondaire accessibles, à l'aide d'un instrument de transfert approprié (par exemple une chambre d'ionisation à extrapolation, voir annexe C).

Tableau 5 — Activités et débits de dose pour les rayonnements bêta de référence de la série 2

Radionucléide	Caractéristiques des sources		Débit de dose $\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($\text{rad}\cdot\text{h}^{-1}$)	
	Activité nominale Bq (mCi)	Surface active approximative cm^2	Valeurs estimées à la surface de la source*	Valeurs-types à la distance indiquée
^{14}C	10^6 (0,03)	9	0,06 (6)	0,006 (0,6) à 5 cm
^{147}Pm	10^8 (3)	25	3 (300)	0,003 (0,3) à 20 cm
^{204}Tl	10^8 (3)	14	10 (1 000)	0,003 (0,3) à 50 cm
$^{90}Sr + ^{90}Y$	10^7 (0,3)	35	0,6 (60)	0,000 1 (0,01) à 100 cm
$^{106}Ru + ^{106}Rh$	10^8 (3)	1,5	6 (600)	0,001 (0,1) à 100 cm

* Les débits de dose à la surface de la source devraient être mesurés avec un détecteur dont la surface est inférieure à celle de la source.

Annexe A

Matériaux «équivalent-tissu»

La composition des tissus mous, adoptée dans ce texte, est tirée du rapport ICRU^[2]. Dans le tableau 6 sont rassemblées, pour les tissus mous et les matériaux habituellement utilisés comme «équivalent-tissu» les caractéristiques suivantes : masse volumique, densité électronique, composition massique.

Tableau 6 – Équivalent-tissus

Matériau	Masse volumique g·cm ⁻³	Densité électronique 10 ²³ ·g ⁻¹	Composition massique, %				
			H	C	N	O	Autres
Tissu mou	1	3,31	10,1	11,1	2,6	76,2	
Graphite	1,7	3,01	—	100	—	—	
Polyéthylène téréphtalate	1,38	3,13	4,2	62,5	—	33,3	
Polyméthyl méthacrylate	1,19	3,25	8,0	60,0	—	32,0	
Polystyrène	1,06	3,23	7,7	92,3	—	—	
Plastique Shonka A 150	1,12	3,30	10,1	77,6	3,5	5,2	1,7 F 1,8 Ca

(standards.iteh.ai)

ISO 6980:1984

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d74b051-c358-4056-a2b7-92c2f4a5199e/iso-6980-1984>

Annexe B

Caractéristiques des sources recommandées

Exemples de construction de sources

Le tableau 7 réunit des exemples de construction de sources délivrant des champs de rayonnement avec des caractéristiques satisfaisantes et des valeurs mesurées acceptables pour E_{res} . L'uniformité du dépôt de matériaux radioactifs peut être examinée par autoradiographie.

Tableau 7 – Exemples de construction de sources

Radionucléide	Forme chimique	Matériau de gainage	Matériau de la fenêtre et masse surfacique mg·cm ⁻²	Matériau de la couche de protection et masse surfacique mg·cm ⁻²	Limite inférieure de E_{res} MeV
¹⁴ C	Poly (méthyl- ¹⁴ C) méthacrylate	Voir la forme chimique	Aucun	Aucun	0,09
¹⁴⁷ Pm	Carbonate	Argent	Argent (5)	Nickel (0,5)	0,13
²⁰⁴ Tl	Chromate thalleux	Argent	Argent (15)	Or (5)	0,53
⁹⁰ Sr + ⁹⁰ Y	Carbonate de strontium	Argent	Argent (40)	Or (10)	1,80
¹⁰⁶ Ru + ¹⁰⁶ Rh	Ruthénium métallique	Argent	Argent (40)	Or (10)	2,80